

# Compostage des matières organiques d'origine animale

## Bilan environnemental

**J.-M. Paillat, P. Robin, M. Hassouna**

UMR INRA/ENSAR Sol Agronomie Spatialisation,  
65 rue de St Brieuc, cs84215,  
35042 RENNES cedex 01

### Remerciements :

Rémy Dubois, Marcel Lecomte, Béatrice Blaize  
Trinkler, Yannick Fauvel, Armelle Racapé, Yolande  
Jaguelin-Peyraud, Sylvain Busnot, Nicolas Gilliet,  
Nasser Abd El Kader, Laure Comont, Luth, Yinsheng  
Li, Nadine Collignon, Simon François, Paul  
Toularastel, Jean Callarec, Jacques Lepetit, Vladimir  
Barbet-Massin, Maryvonne Pertué, Michèle Coupel,  
Jeanine Le Guevel, Monique Delabuis



Travaux financés par l'ADEME dans le  
cadre du GIS Porcherie Verte



# Plan

---

Problématique

Objectifs de recherche

Méthodologie

Expé 2 et 3 - halle expérimentale

Matériels et méthodes

Résultats

Expé 7 - Guernévez

Matériels et méthodes

Résultats

Poursuite des travaux

# Problématique

Déjections animales en excédent dans certaines régions  
Déficit en matière organique dans certains systèmes de culture



Nécessité d'organiser des transferts de MO entre exploitations

Compostage est une technique intéressante :

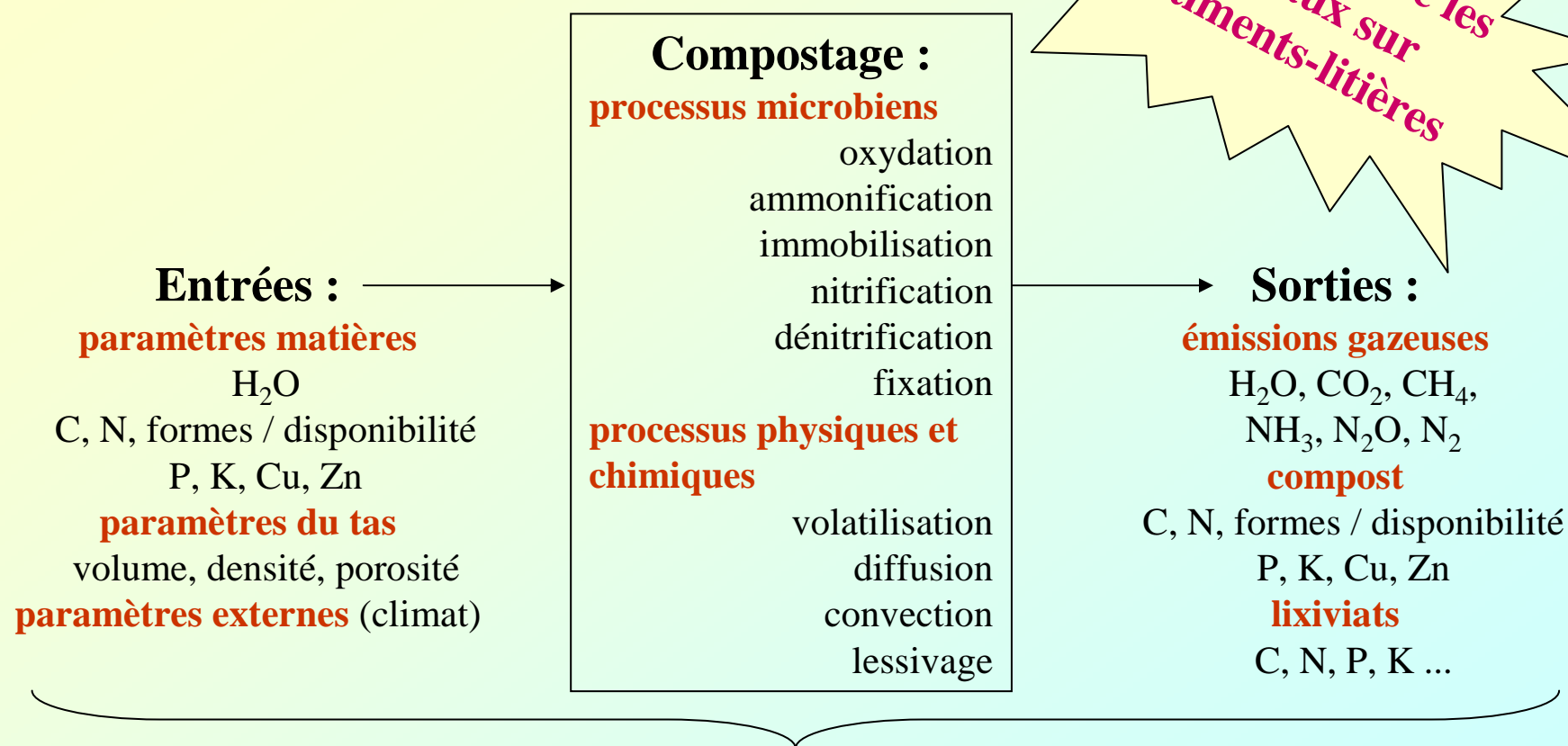
- réduction de volume et masse
- désodorisation, hygiénisation (si  $T > 50^{\circ}\text{C}$ )
- « stabilisation » MO

... mais :

- émissions gazeuses préjudiciable à l'environnement (GES, acidification, eutrophisation) = pertes
- modification de la disponibilité de N
- concentration des éléments non volatils

# Objectifs

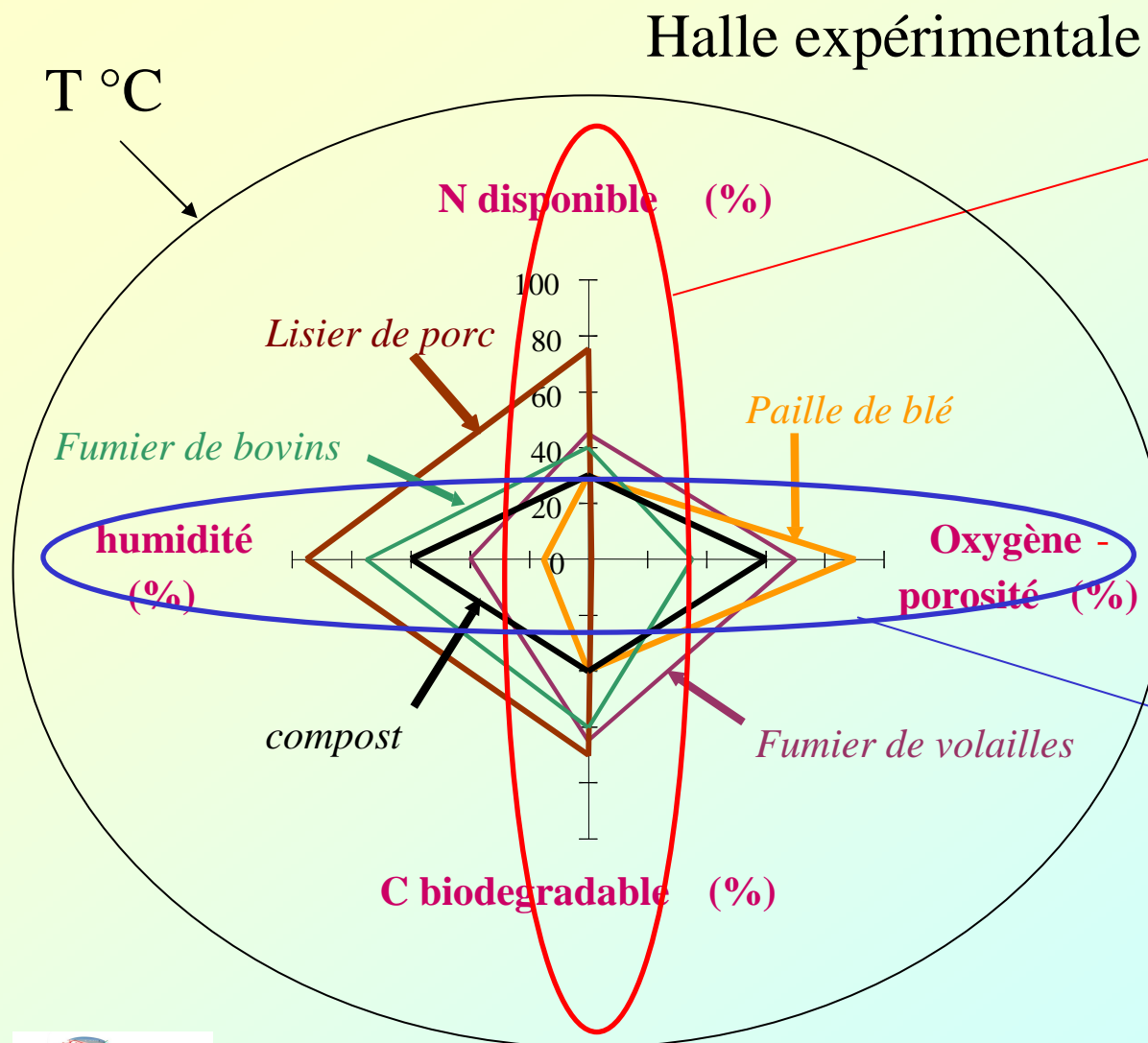
## Modélisation du devenir des éléments



Evaluation environnementale  
(flux de polluants, ACV)

Paramétrage de modèles de flux  
(atelier, exploitation, territoire)

# Méthodologie (1)



## Expé 2 en 2002

lisier / fumier / paille  
N disponible 0,54 à 0,87  
C biodegradable 0,53 à 0,61

## Expé 3 en 2003

lisier / paille / sciure  
N disponible 0,66 à 0,76  
C biodegradable 0,51 à 0,73

## Expé 1 en 2002

fumier de volailles / eau  
humidité 50 vs 70 %  
porosité 0,25 à 0,70

## Expé 4 en 2003

lisier / paille / sciure  
humidité 50 à 82 %  
porosité 0,51 à 0,70

# Méthodologie (2)

## Expérimentations en vraie grandeur

### Expé 5 en 2003 (SICA-lait Réunion)

fumier de bovin / paille de canne à sucre  
pluie (150 mm en 1 semaine)  
taux de paillage de 6 et 12 kg/UGB/j  
suivi sur 180 j

} effet sur lessivages et  
transformations C N

### Expé 6 en 2004 (EDE Guernévez)

3 apports de lisier de porc sur paille de blé  
humidité = 17,5 % ; porosité = 0,31  
émissions gazeuses / bilan de masses  
suivi sur 180 j

### Expé 7 en 2004 (ITP Romillé)

fumier de porc avec/sans retournement  
émissions gazeuses / bilan de masses  
suivi sur 120 j

## Halle expérimentale

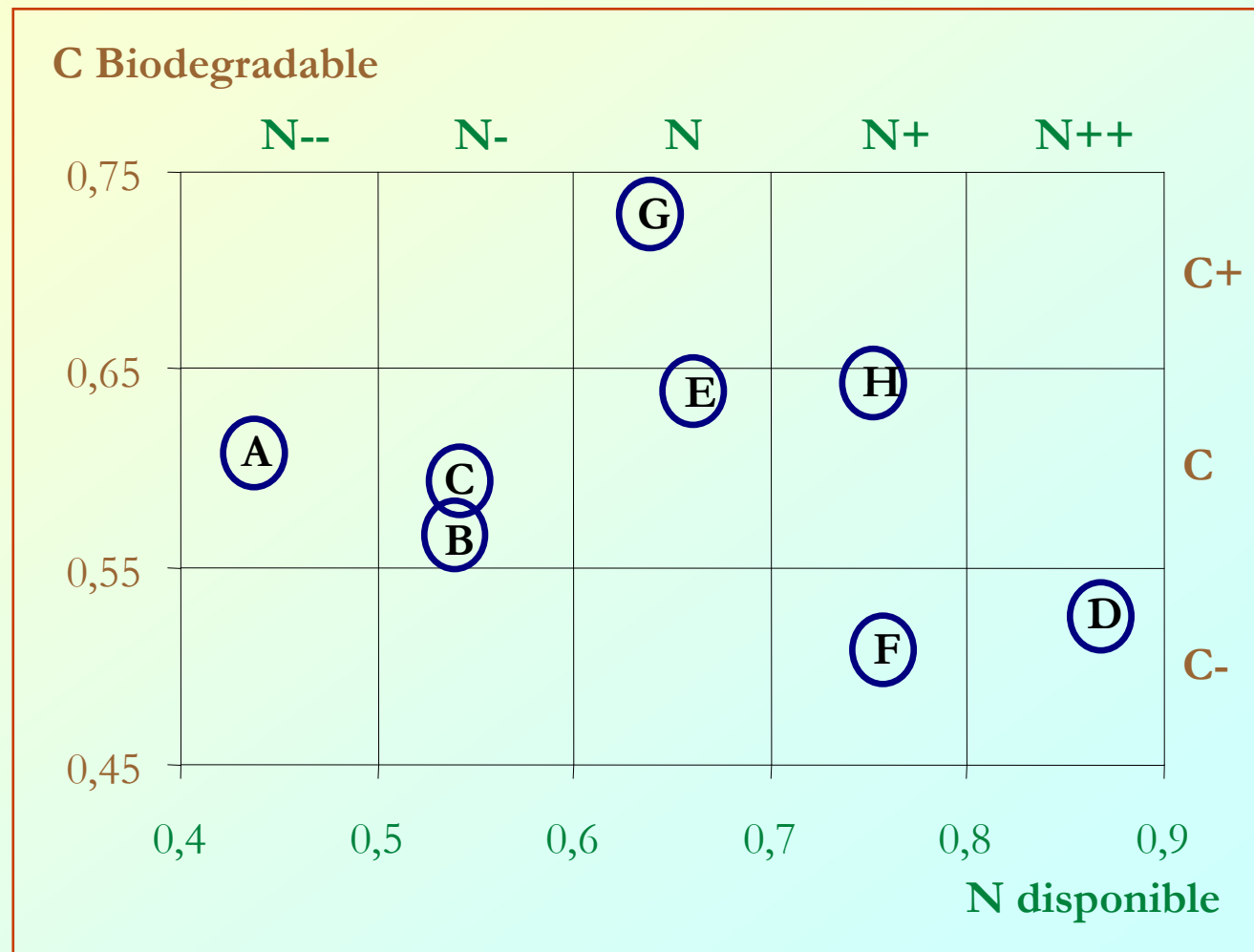
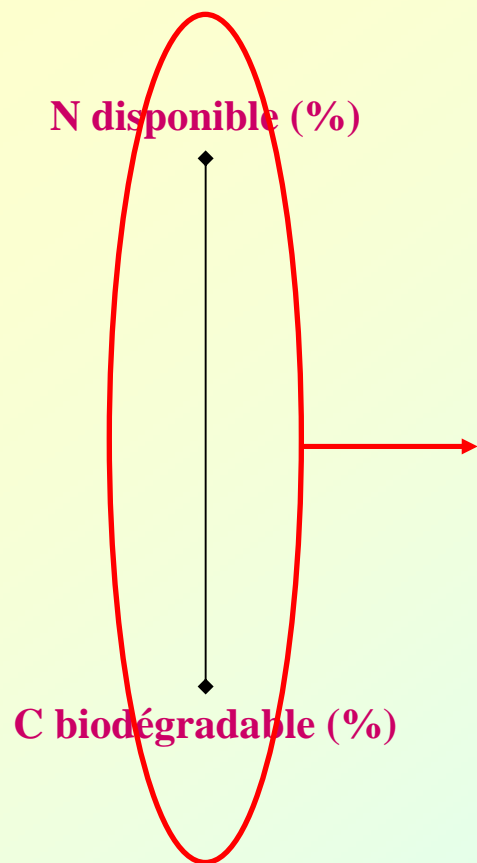
Fumiers de volailles  
1998 et 1999

Fumier de bovins  
2000

Validation modèle  
« boîte noire »

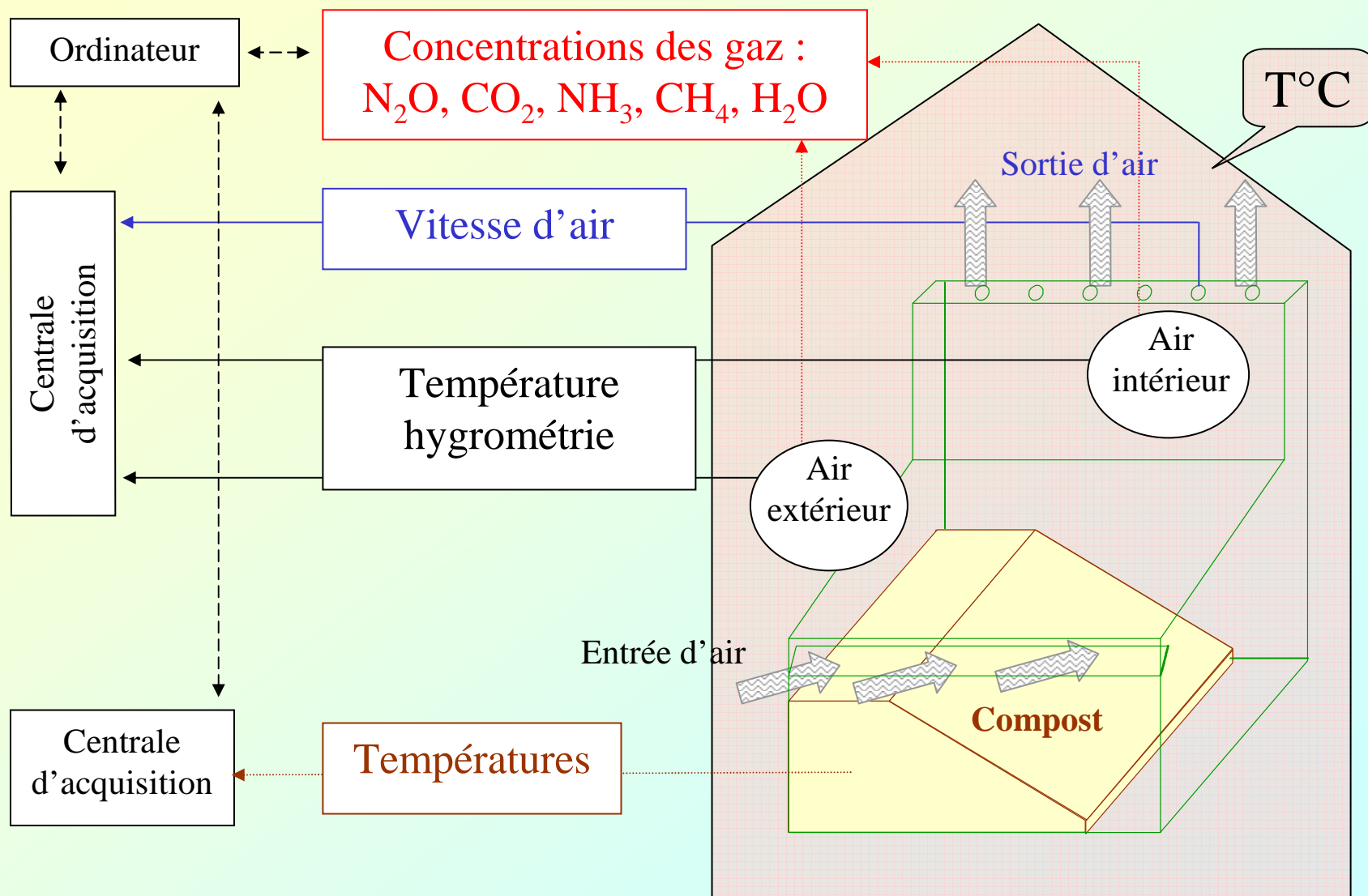
2005 : suivi compostage fumier  
de bovins au champ (5 tas)

# Matériels et méthodes (expé 2 et 3)





# Matériels et méthodes (expé 2 et 3)





# Matériels et méthodes (expé 2 et 3)

## Mesures sur le compost

### Tas :

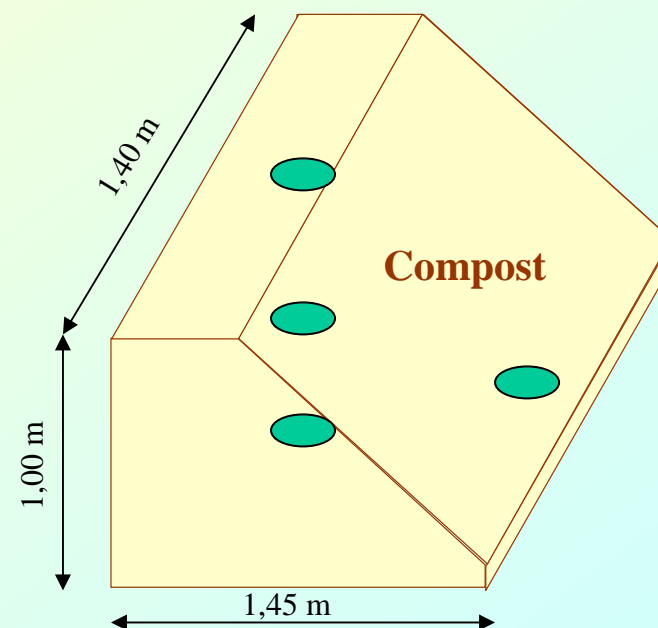
hauteur (volume)  
pH surface  
T surface  
Masses entrée et sortie  
Echantillon pour analyse

MS<sub>105</sub> MS<sub>60</sub> MO  
NtK N-soluble  
N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
C-tot  
fractions Van Soest  
C N des fractions VS  
P K Cu Zn

### Filets :

Masses entrée et sortie  
Analyse

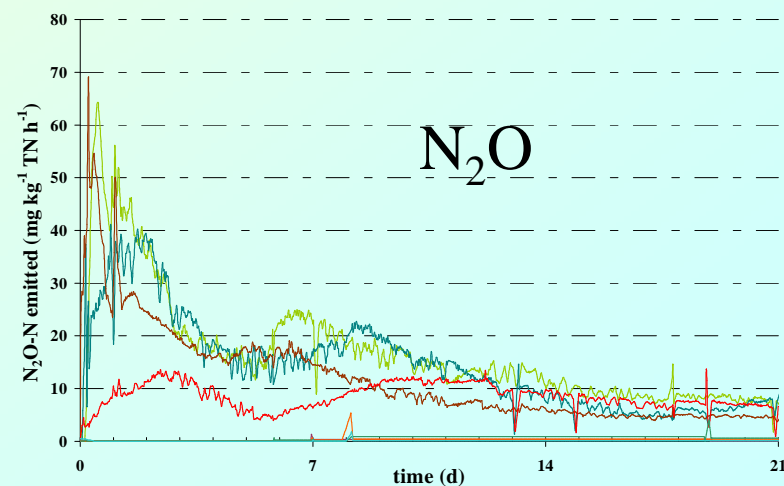
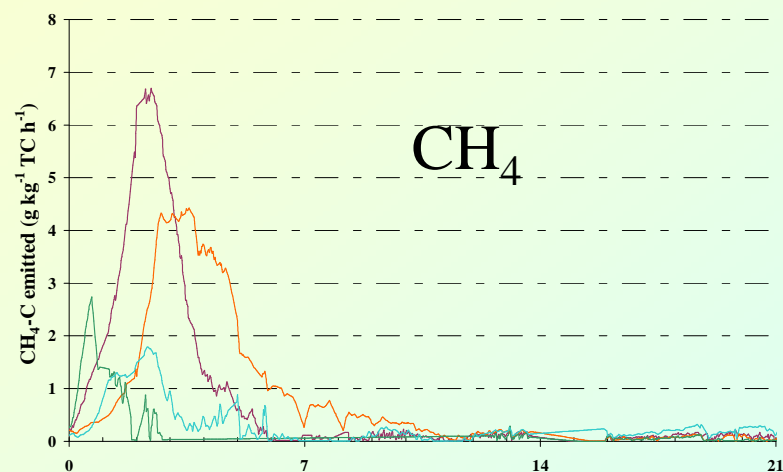
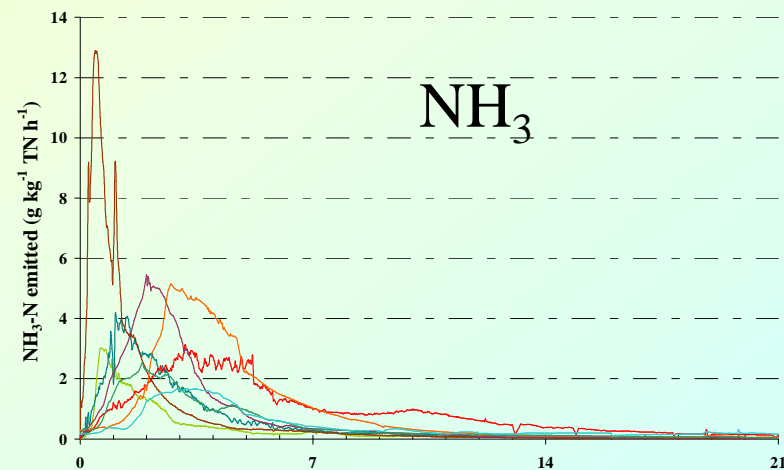
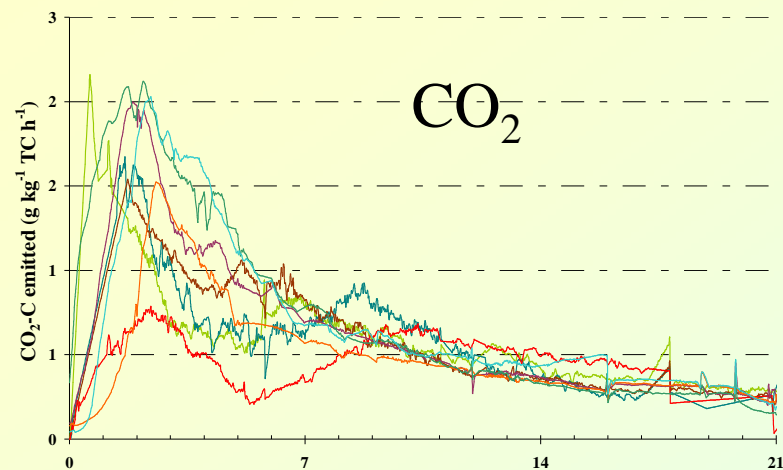
MS<sub>105</sub> MS<sub>60</sub> MO  
NtK N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
Ctot P K  
<sup>15</sup>N



→ **Dynamiques internes au tas**

**Bilan de masses élémentaires**  
**Equations de prédiction des émissions**

# Résultats (expé 2 et 3)



**A** N-C

**G** NC+

**E** NC

**B** N-C

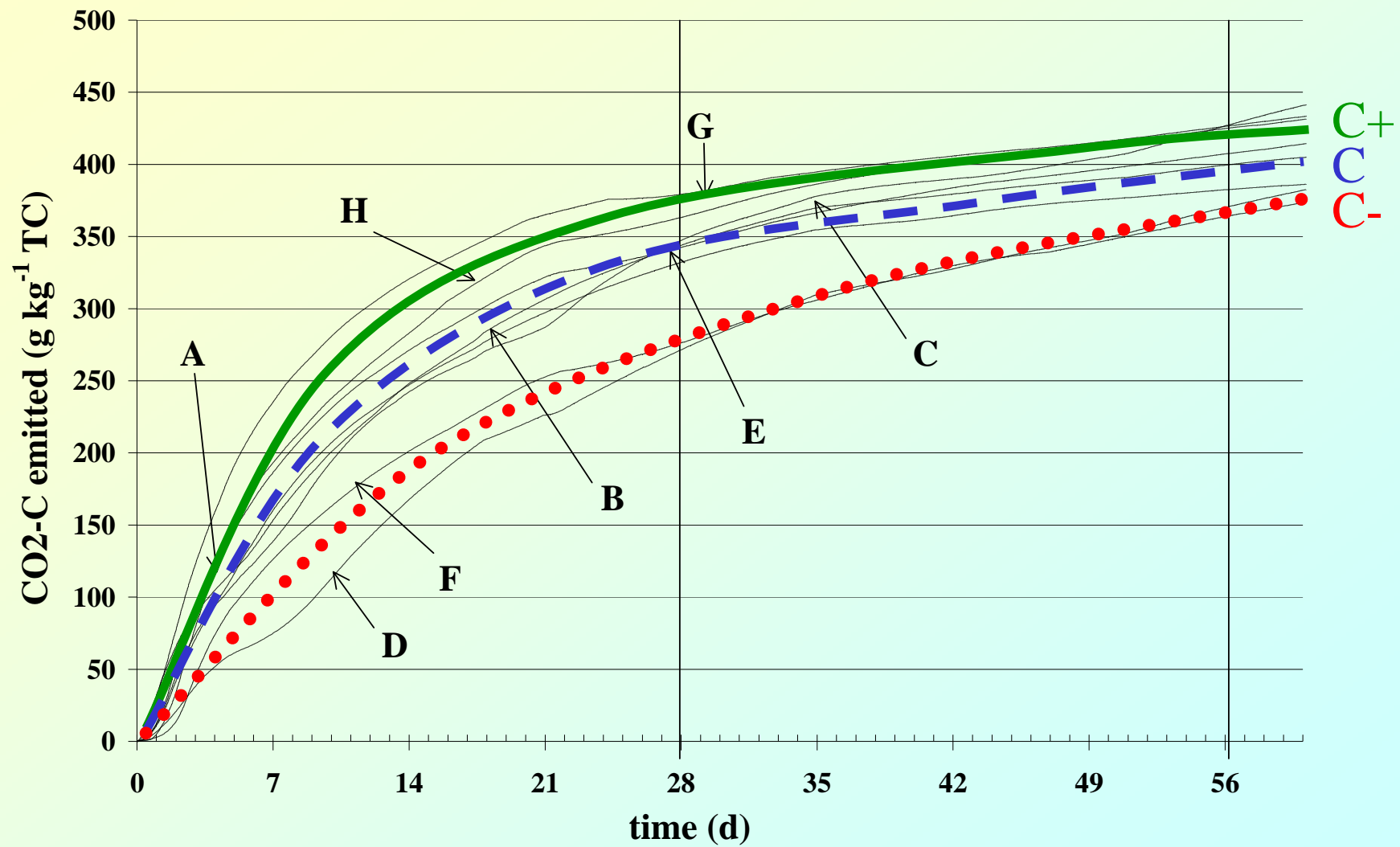
**C** N-C

**D** N++C-

**F** N+C-

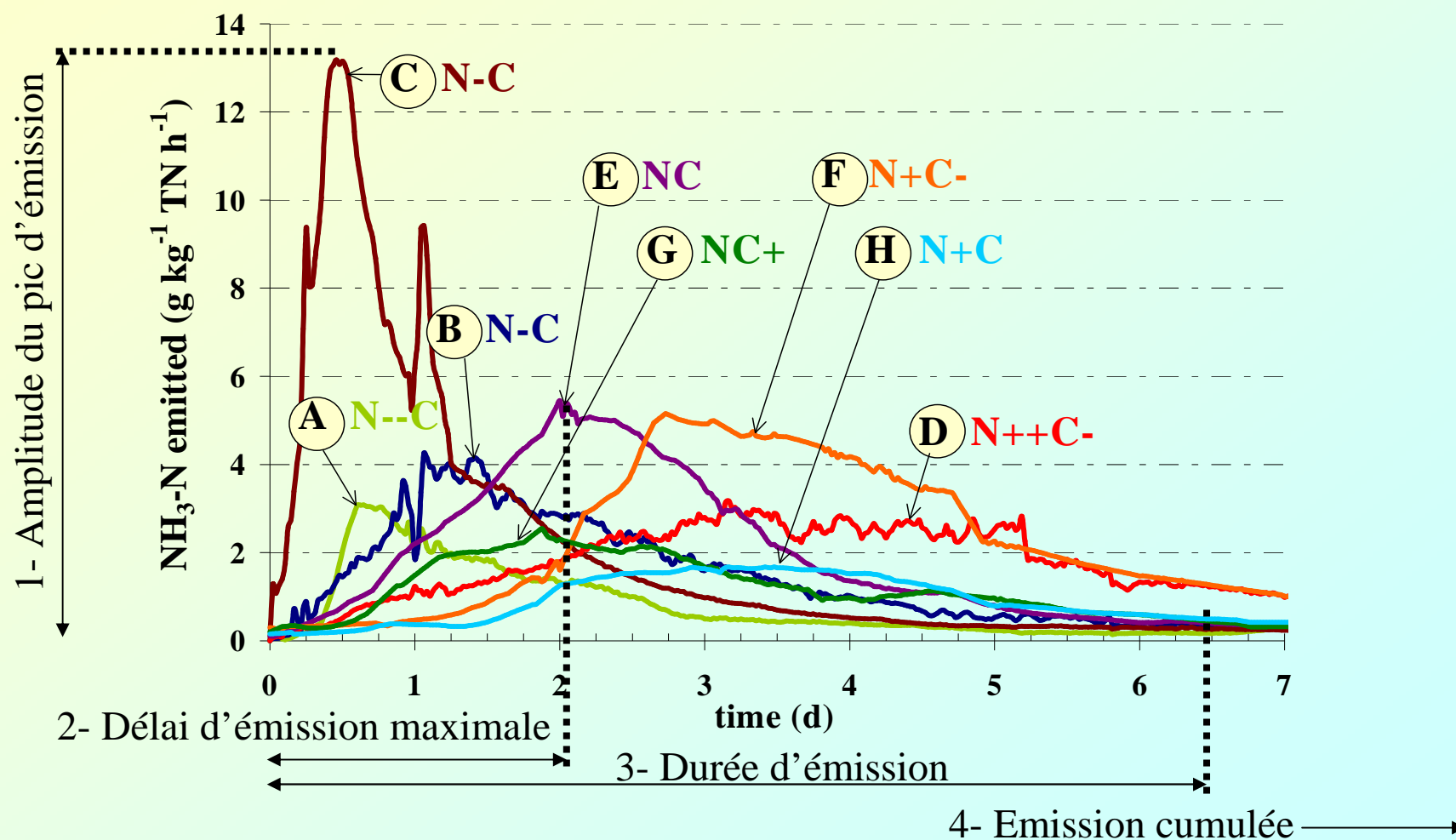
**H** N+C

## Résultats (expé 2 et 3)



# Résultats (expé 2 et 3)

4 paramètres décrivant les cinétiques d'émissions d'ammoniac



# Résultats (expé 2 et 3)

## 4- Emission cumulée

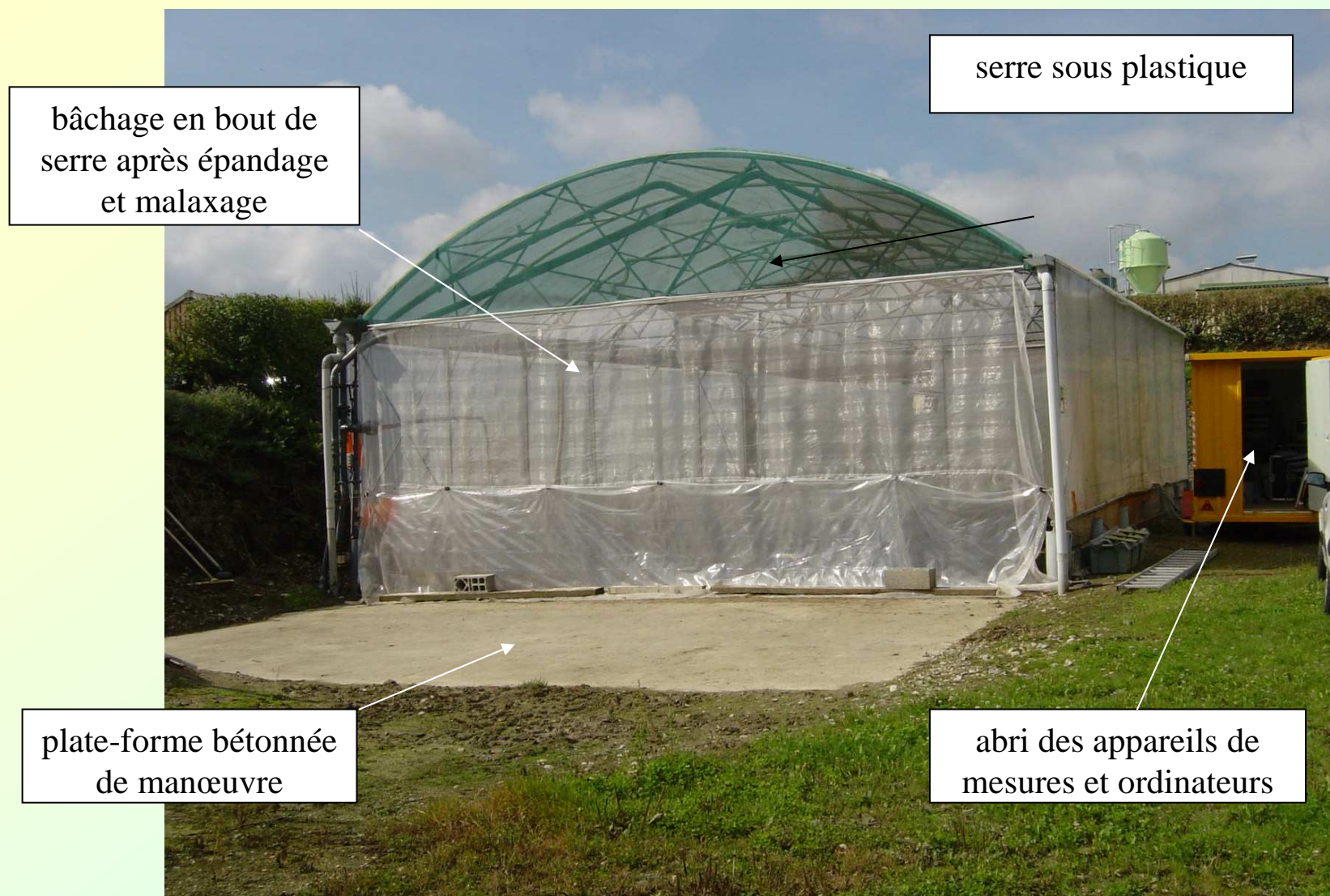
Pile identification (Fig. 2)	A	G	H	B	E	C	F	D
	N--/C	N/C+	N+/C	N-/C	N/C	N-/C	N+/C-	N++/C-
NH <sub>3</sub> -N (g kg <sup>-1</sup> TN)	165	248	249	275	362	387	479	489
CO <sub>2</sub> -C (g kg <sup>-1</sup> TC)	423	426	425	448	407	407	364	388
N <sub>2</sub> O-N (g kg <sup>-1</sup> TN)	11,3	1,2	0,7	10,6	0,2	10,2	0,6	7,1
CH <sub>4</sub> -C (g kg <sup>-1</sup> TC)	—	0,2	0,3	—	0,6	—	0,4	—

**NH<sub>3</sub>-N emitted at 56 d = 16,89 SN – 0,886 SH-VS + 618,7** (p<0,01 ; R<sup>2</sup> = 0,85)

**CO<sub>2</sub>-C emitted at 28 d = – 4,327 SN + 0,385 SH-VS + 172,2** (p<0,01 ; R<sup>2</sup> = 0,88)

with NH<sub>3</sub>-N expressed in g kg<sup>-1</sup> TN, CO<sub>2</sub>-C in g kg<sup>-1</sup> TC, SN and SH-VS en g kg<sup>-1</sup> DM.  
NH<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> emissions are negatively correlated (R<sup>2</sup> = 0,67).

# Matériels et méthodes (expé 6)





# Matériels et méthodes (expé 6)



Epandage du lisier



capteur sous abri ventilé pour la mesure de l'humidité et de la température de l'air

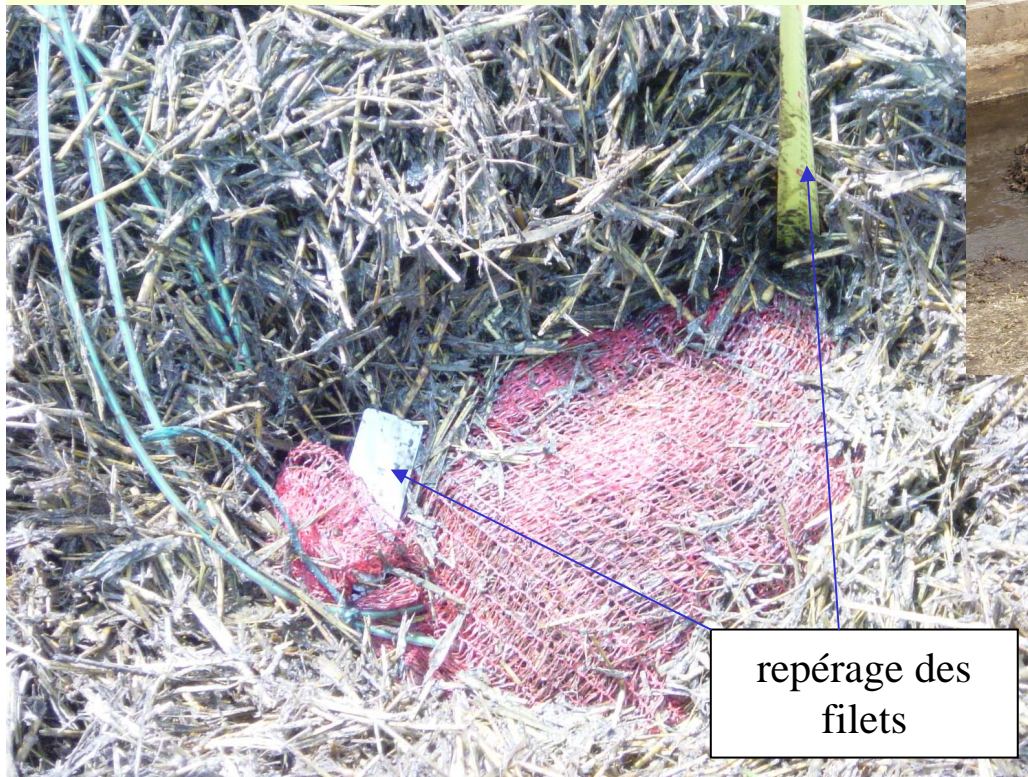
gaine avec ventilateur pour assurer le brassage d'air

Malaxage



# Matériels et méthodes (expé 6)

## Filets et thermocouples



Mise en andain à J70



# Matériels et méthodes (expé 6)

Climat extérieur



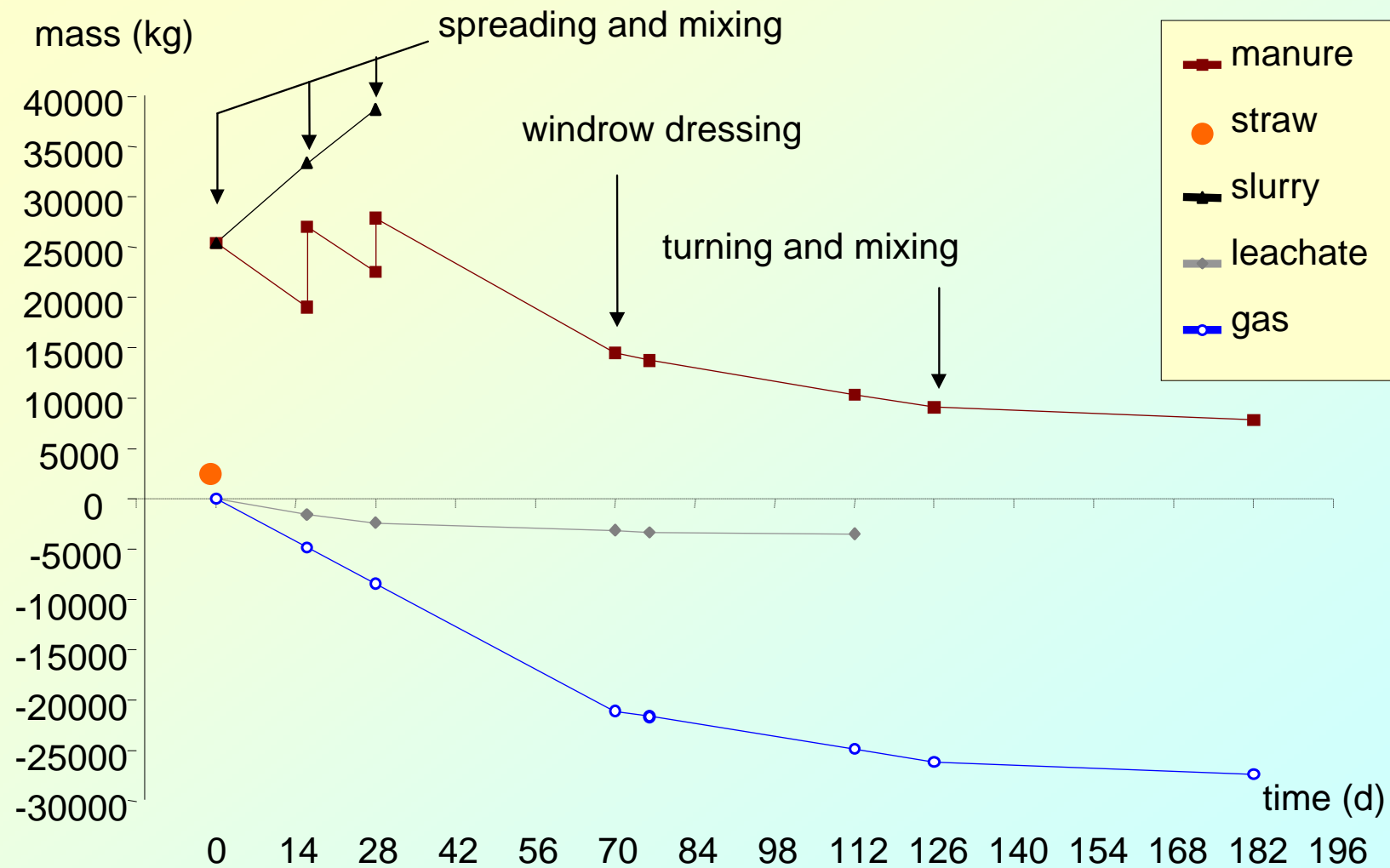
Climat intérieur



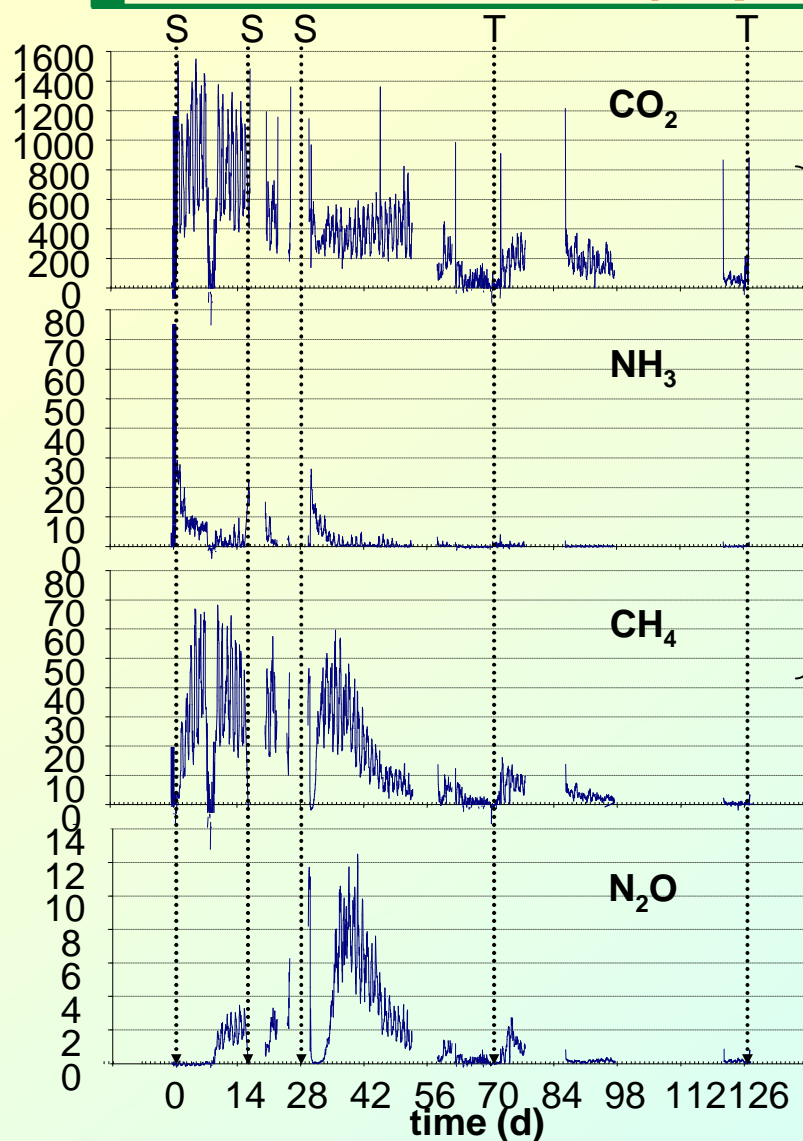
Analyseur de gaz :  
 $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SF}_6$

Echantillonneur-doseur  $\text{SF}_6$

# Résultats (expé 6)



# Résultats (expé 6)



## Méthode simplifiée

Rapports des concentrations moyennes

Rapport C/N  
des émissions

Pertes en C  
du tas

Pertes en N  
du tas

		carbon	nitrogen	
solid	heap	67		45
liquid	leachate	2		5
gaseous emissions	VOC*	2	NH <sub>3</sub>	5
	CO <sub>2</sub>	26	N <sub>2</sub> O	3
	CH <sub>4</sub>	3	N <sub>2</sub>	42
		100		100

\* volatil organic compounds estimate

# Poursuite des travaux (1)

## Modélisation :

- 1- paramètres humidité et porosité (Expé 1 et 4) ; approche multi-paramètres ; intégration de facteurs externes (T)
- 2- paramétrage (ou production d'un référentiel) pour le module bâtiment-stockage du modèle flux de polluants au niveau de l'exploitation d'élevage (projet ACTA, thèse X. Chardon, ...), pour l'ACV

## Validation sur autres données expérimentales

## Analyse de la phase de maturation (mésophile) : expé 1, 3 et 7

## Bilan complet de l'expé Guernévez :

validation de la méthode simplifiée avec les données obtenues par la méthode du traçage SF6

## Analyse des flux internes au tas :

migration du  $^{15}\text{N}$  dans le tas (diffusion/convection) ; répartition du  $^{15}\text{N}$  entre différentes formes (Norg, Nmin, Némis)



## Poursuite des travaux (2)

### Publications rédigées :

Abd El kader et al., soumis à Bioresource Technology  
Paillat et al., en cours de révision pour Atmospheric Environment  
1 com. orale, séminaire Porcherie Verte, La Rochelle 2002  
2 com. affichées, International Workshop on Green Pork Production, Paris 2005  
3 rapports ADEME diffusés

### Publications à rédiger :

Rapport final ADEME pour sept. 05  
P1 : Paillat et al., Influence de la pluie et du taux de paillage sur compostage ...  
P2 : Paillat et al., Intérêt du compostage humide en faible épaisseur pour favoriser les processus de nitrification et dénitrification  
P4 : Hassouna et al., Pertes d'éléments volatils lors du séchage des échantillons de produits fermentescibles  
P5 : Robin et al., Combinaison de méthodes pour l'estimation des émissions gazeuses en bâtiments  
P6 : Paillat et al., Modélisation multi-paramètres des émissions gazeuses au compostage  
???